

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

## ABSTRACT

Japanese Patent Laid-Open Gazette No. 2002-334712 is directed to a fuel cell system where a fuel cell and a secondary battery are arranged in parallel via a DC/DC converter, and this fuel cell system is provided with multiple current sensors that are disposed in an electrical circuit. JP 2002-334712 discloses a technique for determining a power generation target of the fuel cell based on the values of the current sensors.

(11)特許出願公開番号

特開2002-334712

(P2002-334712A)

(43)公開日 平成14年11月22日(2002.11.22)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード <sup>*</sup> (参考)
H 0 1 M 8/04		H 0 1 M 8/04	P 5 G 0 0 3
B 6 0 L 11/18		B 6 0 L 11/18	G 5 H 0 2 6
H 0 1 M 8/00		H 0 1 M 8/00	A 5 H 0 2 7
H 0 2 J 7/00		H 0 2 J 7/00	P 5 H 1 1 5
	3 0 3		3 0 3 E
		審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 7 頁)	最終頁に続く

(21)出願番号	特願2001-139248(P2001-139248)	(71)出願人	000004260 株式会社デンソー 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
(22)出願日	平成13年5月9日(2001.5.9)	(72)発明者	河合 利幸 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会 社デンソー内
		(72)発明者	今村 朋範 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会 社デンソー内
		(74)代理人	100100022 弁理士 伊藤 洋二 (外2名)

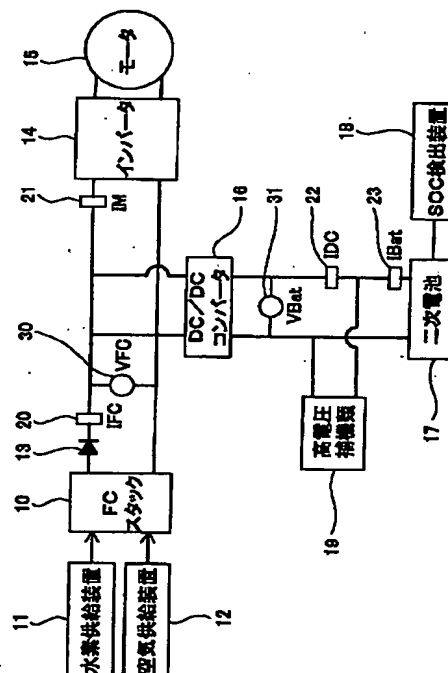
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 燃料電池システム

(57) 【要約】

【課題】 電力消費機器毎に発生する消費電力誤差等の影響を受けることなく燃料電池の目標発電電力を算出することが可能な燃料電池システムを提供する。

【解決手段】 燃料電池 10 と並列的に接続された 2 次電池 17 と、燃料電池 10 と 2 次電池 17 との間に設けられ、燃料電池 10 の出力電圧を調整する電圧変換器 16 と、電圧変換器 16 の入力側の電流値および出力側の電流値を検出する複数の電流センサ 20～22 と、電圧変換器 16 の入力側の電圧値および出力側の電圧値を検出する一対の電圧センサ 30、31 とを設ける。電流センサ 20～22 にて検出した入力側電流値、出力側電流値と、電圧センサ 30、31 にて検出した入力側電圧値、出力側電圧値とに基づいて、電圧変換器 16 の変換効率を算出する。この変換効率を用いて燃料電池の目標発電電力を算出する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 水素と酸素の化学反応により電気エネルギーを発生する燃料電池（10）と、前記燃料電池（10）と並列的に接続され、充放電可能な 2 次電池（17）と、前記燃料電池（10）と前記 2 次電池（17）との間に設けられ、前記燃料電池（10）の出力電圧を調整する電圧変換器（16）と、前記電圧変換器（16）の入力側の電流値および出力側の電流値を検出する複数の電流センサ（20～22）と、前記電圧変換器（16）の入力側の電圧値および出力側の電圧値を検出する一対の電圧センサ（30、31）とを備え、前記電流センサ（20～22）にて検出した前記電圧変換器（16）の入力側電流値および出力側電流値と、前記電圧センサ（30、31）にて検出した前記電圧変換器（16）の入力側電圧値および出力側電圧値とに基づいて、前記電圧変換器（16）の変換効率を算出することを特徴とする燃料電池システム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、水素と酸素との化学反応により電気エネルギー発生させる燃料電池からなる燃料電池システムに関するもので、車両、船舶及びボータブル発電器等の移動体に適用して有効である。

## 【0002】

【従来の技術】 例えば車両に搭載される燃料電池システムでは、車両走行に必要とされる負荷電力は、加減速などの運転者の走行パターンに応じて急激に変化するため、燃料電池の発電電力も負荷電力に応じて可変できるシステム構成となっている。

【0003】 ところが、燃料となる水素および空気の流量制御の応答速度が遅いため、著しく変化する車両の負荷電力に対して、燃料電池の発電電力を対応させるのは困難である。このため、車載用燃料電池システムでは、燃料電池に電圧変換器（DC/DCコンバータ）を介して 2 次電池を接続し、燃料電池が追いつかない電力の変化を一時的に 2 次電池が負担するシステム構成になっている。

【0004】 このような車載燃料電池システムにおける燃料電池の発電電力制御は、インバータ電力、燃料供給用ポンプ類等の高電圧補機類の消費電力、2 次電池の容量を所定値に保つために必要な 2 次電池の要求充放電電力、電圧変換器の変換損失電力等をすべて補うようにコントロールしなければならない。

【0005】 このような燃料電池システムを制御する例として、例えば特開 2000-12059 号公報に記載の制御方法がある。この方法では、アクセル開度からインバータの要求出力を算出し、燃料電池制御部は検出し

たガス量に基づいて導出した出力電流・出力電圧特性から燃料電池の発電電力を計算して制御している。この方法では、燃料電池は常にガス量に対して最も効率がよいポイントで発電し、インバータの出力に対して電力を供給する一方で、過不足が生じる電力を 2 次電池で補うように構成されている。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】 燃料電池システムでは、燃料電池システムの総消費電力を算出して、これを燃料電池の目標発電出力としている。総消費電力の算出には電圧変換器の変換効率  $f$  を考慮する必要があり、この変換効率  $f$  はインバータ、高電圧補機類の消費電力、2 次電池の要求充放電電力等を考慮して算出されるものである。

【0007】 燃料電池の発電出力は、電力消費機器の実際の総消費電力と一致している必要がある。しかしながら、電力消費機器であるインバータ、高電圧補機類の消費電力、2 次電池の要求充放電電力等の消費電力は、それぞれの機器毎に検出している。このため、それぞれの機器毎に消費電力の検出誤差や機器間の配線抵抗の影響により、総消費電力と燃料電池の発電電力が一致しなくなるという問題があった。また、電圧変換器の変換効率  $f$  は温度や電流の大きさ等によっても変化するため、変換効率の値を用いると総消費電力の計算値と実際の値が一致しなくなるという問題があった。

【0008】 このような場合、結果的に成り行きで制御されている 2 次電池の充放電電力でまかなわれるため、時間経過とともに電池容量が著しく変化して、最悪の場合は走行不能に陥る可能性があった。

【0009】 本発明は、上記点に鑑み、電力消費機器毎に発生する消費電力誤差等の影響を受けることなく燃料電池の目標発電電力を算出することが可能な燃料電池システムを提供することを目的とする。

## 【0010】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するため、請求項 1 に記載の発明では、水素と酸素の化学反応により電気エネルギーを発生する燃料電池（10）と、燃料電池（10）と並列的に接続され、充放電可能な 2 次電池（17）と、燃料電池（10）と 2 次電池（17）との間に設けられ、燃料電池（10）の出力電圧を調整する電圧変換器（16）と、電圧変換器（16）の入力側の電流値および出力側の電流値を検出する複数の電流センサ（20～22）と、電圧変換器（16）の入力側の電圧値および出力側の電圧値を検出する一対の電圧センサ（30、31）とを備え、電流センサ（20～22）にて検出した電圧変換器（16）の入力側電流値および出力側電流値と、電圧センサ（30、31）にて検出した電圧変換器（16）の入力側電圧値および出力側電圧値とに基づいて、電圧変換器（16）の変換効率を算出することを特徴としている。

【0011】これにより、電圧変換器（16）の変換効率を算出する際に、機器毎の消費電力誤差や配線抵抗による消費電力誤差を無視することができる。このように算出した電圧変換器（16）の変換効率を用いることで、燃料電池（10）の目標発電電力をより正確に算出することができる。

【0012】なお、上記各手段の括弧内の符号は、後述する実施形態に記載の具体的手段との対応関係を示すものである。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、本発明を適用した実施形態を図1～図6に基づいて説明する。本実施形態は、本発明の燃料電池システムを電気自動車に適用したものである。

【0014】図1は、本実施形態の燃料電池システムの全体構成を示している。図1に示すように、本実施形態の燃料電池システムには、燃料電池（FCスタック）10、水素供給装置11、空気供給装置12、インバータ14、DC/DCコンバータ（電圧調整手段）16、2次電池17、高電圧補機類19等が設けられている。

【0015】燃料電池（FCスタック）10は、水素と酸素との電気化学反応を利用して電力を発生するものである。本実施形態では燃料電池10として固体高分子電解質型燃料電池を用いており、基本単位となる単セルが複数積層されて構成されている。燃料電池10では、水素および空気（酸素）が供給されることにより、以下の水素と酸素の電気化学反応が起こり、電気エネルギーが発生する。

（水素極側） $\text{H}_2 \rightarrow 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$

（酸素極側） $2\text{H}^+ + 1/2\text{O}_2 + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$

燃料電池システムには、燃料電池10の水素極（負極）側に水素を供給するための水素供給装置11と、燃料電池10の酸素極（正極）側に空気（酸素）を供給するための空気供給装置12とが設けられている。水素供給装置11としては、例えば改質反応により水素を生成する改質装置、あるいは水素吸蔵合金等の水素貯蔵材を内蔵して純水素を貯蔵する水素タンクを用いることができる。空気供給装置12としては、例えばコンプレッサあるいはブロアを用いることができる。

【0016】燃料電池10には、ダイオード13を介してインバータ14が接続されている。ダイオード13は、燃料電池10からインバータ14に向けてのみ電流を流すものである。インバータ14は、燃料電池10から供給される直流電流を交流電流に変換して走行用モータ15に供給し、モータ15を駆動するように構成されている。

【0017】燃料電池10には、DC/DCコンバータ（電圧調整手段）16を介して充放電可能な2次電池（バッテリー）17が並列的に接続されている。DC/DCコンバータ16は、燃料電池10と2次電池17との

間で電圧を変換するように構成されている。DC/DCコンバータ16では電圧変換の際、電力損失が発生する。燃料電池10で発電した余剰電力は2次電池17に充電され、燃料電池10の出力が不足する場合には、2次電池17から不足電力分が供給されるように構成されている。

【0018】FCスタック10と2次電池17とを並列に接続してインバータ14に電力供給する場合、両者の電位を等しくする必要がある。そこで、本実施形態では、FCスタック10と2次電池17の電圧が同じになるように、DC/DCコンバータ24にて電圧変換を行っている。このような構成により、FCスタック10と2次電池17とで、インバータ14への電力供給分担を行うことができる。

【0019】2次電池17には、2次電池17の残存電池容量SOCを検出するSOC検出装置18が設けられている。電池容量SOCの検出は既知の方法で行われる。例えば、2次電池17の初期容量に対する容量の変化分を充放電の電流値と時間とを積算して求める方法、あるいは、2次電池17のV-I特性から求める方法等がある。

【0020】図2は、2次電池17の電池容量SOCに対する2次電池17の充放電電力の目標電力Pchgを表したマップデータである。図2に示すように、2次電池17の充放電目標電力Pchgは、2次電池17の電池容量SOCに応じて変化するように予め設定されている。本実施形態では、2次電池17の電池容量が例えば60%となるように充放電目標電力Pchgが設定されている。従って、電池容量SOCが60%以上の場合には、2次電池17の目標充放電電力Pchgをマイナス値に設定する。逆に電池容量SOCが60%に満たない場合には、2次電池17の目標充放電電力Pchgをプラス値に設定する。

【0021】さらに、燃料電池10には、DC/DCコンバータ16を介して高電圧補機類19が接続されている。高電圧補機類19とは、空気供給用コンプレッサ11等の電力を消費する機器類である。インバータ要求電力に応じて燃料供給量を変動させる必要があるため、補機類19の消費電力PHkはインバータ要求電力に応じて可変する値である。

【0022】本実施形態の燃料電池システムには、電流センサ20～23および電圧センサ30、31が設けられている。電流センサ20～23は、各機器を結ぶ配線上における電流が分岐する箇所に、分岐する配線数に対して1個少ない数で配置されている。電流センサ20～23が設けられていない方向への電流は、他の2個の電流センサにて算出することができる。

【0023】第1電流センサ20により燃料電池10の出力電流値IFCを検出し、第2電流センサ21によりインバータ14に流れる電流値IMを検出し、第3電流

センサ22によりDC/DCコンバータ16から流れる電流値 $I_{DC}$ を検出し、第4電流センサ23により2次電池17に流れる電流値 $I_{Bat}$ を検出する。DC/DCコンバータ16に流れる電流値は $(I_{FC}-I_M)$ で求めることができ、高電圧補機類19に流れる電流値は $(I_{DC}-I_{Bat})$ で求めることができる。

【0024】また、電圧センサ30、31は、DC/DCコンバータ16を挟んで、DC/DCコンバータ16の入力側と出力側における配線抵抗を無視した場合に等電位となる箇所に1個ずつ配置されている。第1電圧センサにより燃料電池10側の電圧値 $V_{FC}$ を検出し、第2電圧センサにより2次電池17側の電圧値 $V_{Bat}$ を検出する。

【0025】図3は、本実施形態の燃料電池システムの制御装置40を示している。本実施形態の燃料電池システムには、図3に示す制御装置40が設けられている。制御装置40には、各種センサからセンサ信号が入力し、DC/DCコンバータ16等の各機器に制御信号を出力するように構成されている。

【0026】次に、本実施形態の燃料電池システムの作動を図4～図6に基づいて説明する。図4は、燃料電池システムの作動を示すフローチャートである。以下の制御は、所定周期で繰り返し行われる。

【0027】まず、車両運転者のアクセル開度等の信号に基づいて、走行目標電力 $F_{Power}$ を算出する(ステップS10)。この走行目標電力 $F_{Power}$ が、インバータ14の要求出力(目標出力) $P_{Mo}$ となる。次に、電流センサ20～23、電圧センサ30、31により、燃料電池システム各部の電流値 $I_{FC}$ 、 $I_M$ 、 $I_{DC}$ および電圧値 $V_{FC}$ 、 $V_{Bat}$ を検出する(ステップS11)。

【0028】次に、SOC検出装置18により、2次電池17の電池容量SOCを検出し(ステップS12)、図2のマップに基づいて2次電池17の目標充放電電力 $P_{chg}$ を求める(ステップS13)。

【0029】次に、電力分配計算をする(ステップS14)。電力分配計算は、図5に示すように行われる。燃料電池10、インバータ14、2次電池17、高電圧補機類19の各機器に流れる実際の電力は、燃料電池電力 $P_{fc}=I_{FC}\times V_{FC}$ 、インバータ電力 $P_M=I_M\times V_{FC}$ 、2次電池充放電電力 $P_{Bat}=I_{Bat}\times V_{Bat}$ 、補機電力 $P_{Hk}=(I_{DC}-I_{Bat})\times V_{Bat}$ で求めることができる。

【0030】DC/DCコンバータ16の変換効率(電力効率) $f$ は、DC/DCコンバータ16の入力側電流値および出力側電流値と入力側電圧値および出力側電圧値から、 $f=(V_{Bat}\times I_{DC})/(V_{FC}\times(I_{FC}-I_M))$ で求めることができる。

【0031】上記ステップS10で求めた走行目標電力 $F_{Power}$ をインバータ目標電力 $P_{Mo}$ とする。燃料

電池10がインバータ目標電力 $P_{Mo}$ を出力するために必要とされる空気流量、水素流量を燃料電池10に供給するために必要な補機類19の目標電力 $P_{Hko}$ を求める。この補機類目標電力 $P_{Hko}$ は、インバータ目標電力 $P_{Mo}$ により定まる値である。

【0032】燃料電池10の目標発電電力 $P_{fco}$ は、計算値であるインバータ目標電力 $P_{Mo}$ 、補機類目標電力 $P_{Hko}$ 、2次電池目標充放電電力 $P_{chg}$ と、実測値であるDC/DCコンバータ16の変換効率 $f$ から、 $P_{fco}=P_{Mo}+f(P_{Hko}+P_{chg})$ で求めることができる。

【0033】次に、上記ステップS14で計算した電力分配計算に基づいて燃料電池10の発電制御を行う(ステップS15)。具体的には、ガス供給装置11、12により、供給ガス量の制御を行う。さらに、DC/DCコンバータ16で燃料電池10の出力電圧の制御を行う。

【0034】DC/DCコンバータ16による燃料電池10の出力電圧制御について、図6に示す燃料電池10の出力特性図に基づいて説明する。図6中の $g1\sim g3$ は、燃料電池10への水素供給量、空気供給量を変化させた場合の燃料電池10の出力特性である。 $g1$ が最も供給量が少なく、 $g3$ が最も供給量が多い。図6に示すように、 $g1$ はA点で、 $g2$ はB点で、 $g3$ はC点で出力特性が急激に変化している。

【0035】このため、それぞれのガス供給量において、出力特性が急変する直前のA～C点で発電することで、燃料電池10から最も効率よく多くの電力を取り出すことができる。従って、それぞれのガス供給量において最も効率よく燃料電池10から電力を取り出せる電圧となるように、DC/DCコンバータ16で燃料電池10の出力電圧 $V_{FC}$ を制御する。

【0036】以上のように、燃料電池10の発電電力が分配される箇所に電流センサ20～23を設け、電圧が等電位となる箇所に電圧センサ30、31を設けることで、DC/DCコンバータ16の変換効率 $f$ を算出する際に、機器毎の消費電力誤差や配線抵抗による消費電力誤差を無視することができる。これにより、燃料電池10の目標発電電力 $P_{fco}$ をより正確に算出することができるようになる。

【図面の簡単な説明】

【図1】上記実施形態の燃料電池システムの概念図である。

【図2】2次電池の電池容量SOCと目標充放電電力 $P_{chg}$ とが関係付けられたマップデータを示す特性図である。

【図3】上記実施形態の燃料電池システムの制御ブロック図である。

【図4】上記実施形態の燃料電池システムの作動を示すフローチャートである。

【図5】上記実施形態の燃料電池システムの電力分配計算を示すブロック図である。

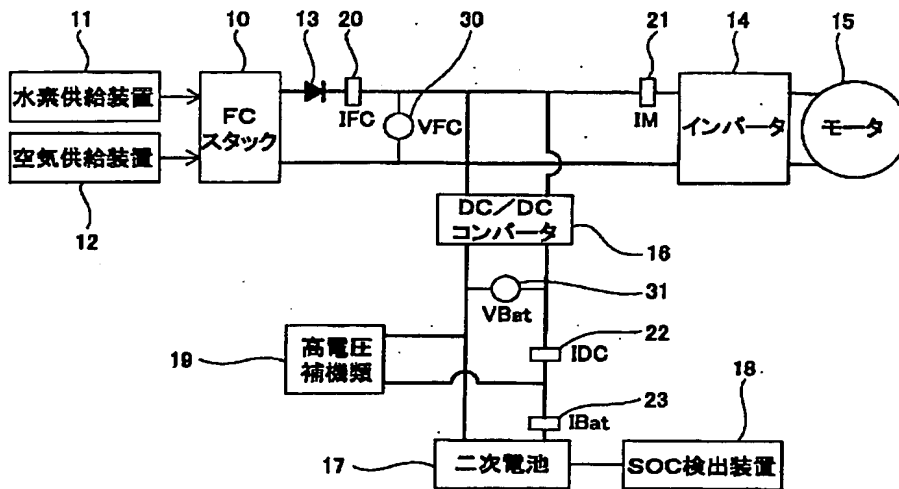
【図6】燃料電池の出力特性を示す特性図である。

【符号の説明】

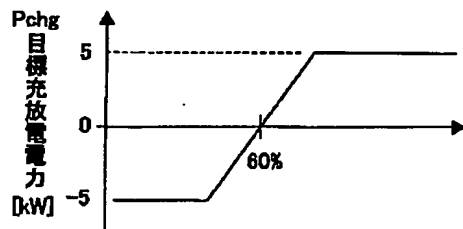
10…燃料電池（FCスタック）、11…水素供給装置

置、12…空気供給装置、14…インバータ、16…DC/DCコンバータ（電圧変換器）、17…2次電池、19…補機類、20～23電流センサ、30、31…電圧センサ。

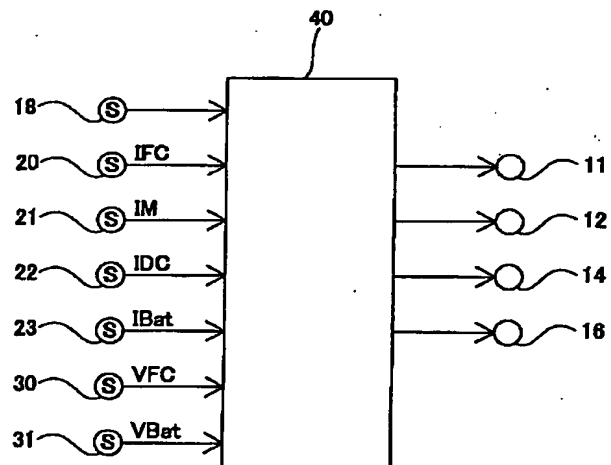
【図1】



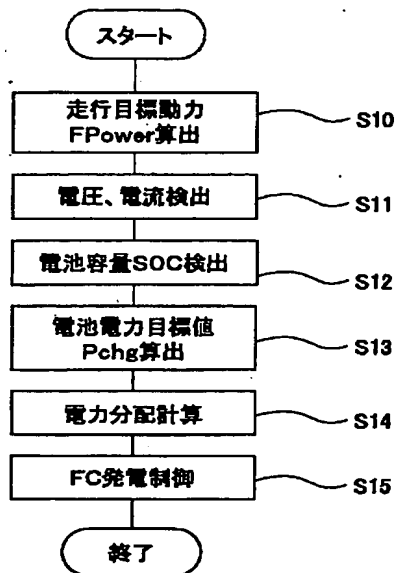
【図2】



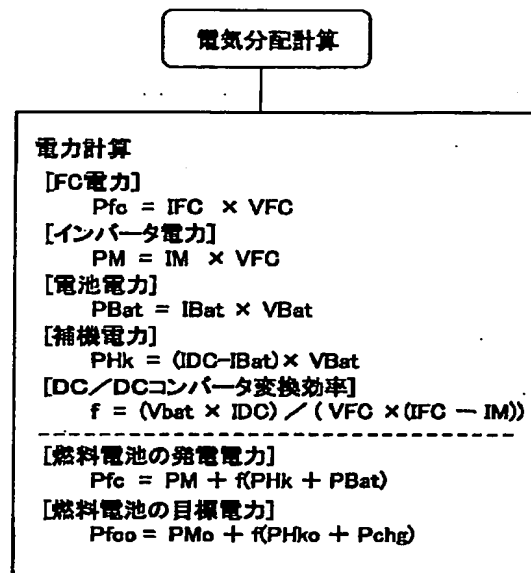
【図3】



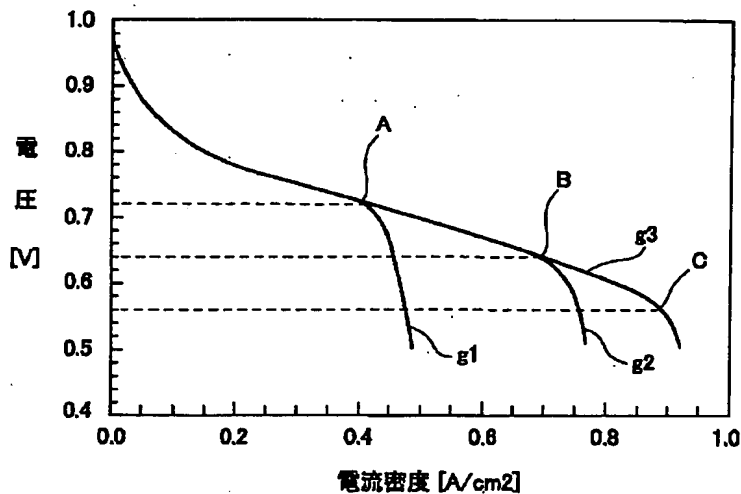
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7

識別記号

F I

テーマコード (参考)

H 0 2 J 7/34

H 0 2 J 7/34

J

// H 0 1 M 8/10

H 0 1 M 8/10

(72) 発明者 加藤 晴彦

(72) 発明者 岡本 邦夫

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会  
社デンソー内愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会  
社デンソー内



Fターム(参考) 5G003 AA05 BA01 CA01 CA11 DA16  
GB03  
5H026 AA06 HH06  
5H027 AA06 BA01 BA13 BA14 DD00  
DD03 KK51 MM26  
5H115 PA08 PA15 PC06 PG04 PI14  
PI16 PI18 PI29 PI30 P006  
PU08 PV02 PV09 QN03 SE06  
SE10 TI02 TI05 TI06 T012  
T013 T021 TR19 TU17